

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до лабораторної роботи**  
**«Використання оператора for у програмах мовою Delphi»**  
з курсу «Програмування»  
для студентів напрямку 6.040302 – Інформатика  
(спеціалізація «Соціальна інформатика»)

Затверджено редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 3 від 28.12.09.

Харків НТУ «ХПІ» 2010

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Використання оператора for у програмах мовою Delphi» з курсу «Програмування» для студентів напрямку 6.040302 – Інформатика (спеціалізація «Соціальна інформатика») / Уклад. М. І. Безменов. – Х. : НТУ «ХПІ», 2010. – 12 с.

Укладач М. І. Безменов

Рецензент Л. М. Любчик

Кафедра системного аналізу і управління

## Мета роботи

Освоєння методики організації керування процесом обчислень за допомогою оператора циклу **for**.

## 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

### 1.1. Загальні положення

У більшості мов програмування оператор **for** називають оператором циклу із параметром, маючи на увазі те, що його використання рекомендується у випадках, коли тіло циклу необхідно виконувати для послідовних значень деякої змінної якого-небудь дискретного типу, що є параметром циклу.

### 1.2. Використання оператора **for**

Оператор циклу з параметром має один з наступних двох форматів:

**for** параметр := поч\_знач **to** кінц\_знач **do** тіло\_циклу

або

**for** параметр := поч\_знач **downto** кінц\_знач **do** тіло\_циклу

Тут параметр, або, інакше, індекс циклу, – це змінна будь-якого з порядкових типів (цілого, булівського, символьного, переліченого, відрізка), описана в блоці (підпрограмі), що містить цикл **for**, у якому використовується ця змінна;

поч\_знач – скалярний вираз, що задає початкове значення параметра циклу;

кінц\_знач – скалярний вираз, що задає кінцеве значення параметра циклу сумісний за присвоюванням з параметром циклу;

тіло\_циклу – простий оператор (у тому числі порожній) або складений оператор.

Послідовність виконання циклу **for** зі службовим словом **to**:

1. При вході в цикл у першу чергу обчислюються вирази, позначені у форматі як поч\_знач та кінц\_знач.
2. Початкове значення присвоюється параметру циклу, а кінцеве – запам'ятовується.
3. Здійснюється перевірка того, що запам'ятоване кінцеве значення більше або дорівнює поточному значенню параметра

(умова виконання), і, якщо ця умова є істинною, виконується тіло\_циклу, після чого параметр одержує наступне по порядку значення (збільшується на одиницю).

4. Процес повторюється, починаючи з кроку 3, поки перевірка умови виконання не дасть у результаті значення `False`.

У разі використання у заголовку циклу службового слова **downto** замість службового слова **to** параметр циклу перед повторюванням отримує не наступне значення, а безпосередньо попереднє (тобто зменшується на одиницю). Крім того, змінюється умова виконання – тіло\_циклу виконується, якщо поточне значення параметру є більшим або рівним кінцевому значенню (кінц\_знач).

Цикл **for** є циклом із передумовою, оскільки перевірка умови здійснюється до першого виконання тіла циклу. Таким чином, цикл із параметром може не виконатися жодного разу.

Особливістю циклу з параметром у мові Delphi є те, що примусове змінення параметра у тілі циклу заборонено – параметр циклу змінюється тільки автоматично. Якщо у тілі циклу зустрічається оператор, у якому здійснюється спроба змінення значення параметра циклу, то компілятор діагностує наявності помилки.

Востаннє цикл виконається при значенні параметра циклу, зазначеному після **to** (**downto**). По закінченні циклу значення параметра є невизначеним.

Цикл з параметром тільки у винятковому випадку може стати нескінченним. Це може трапитися тільки у разі, якщо деяка змінна, що входить у вираз, за допомогою якого задається кінцеве значення (кінц\_знач), буде змінюватися так, що умова виконання циклу буде завжди залишатися істинною.

У середині тіла циклу можуть бути присутнім оператори **break** та **continue**, дія яких аналогічно їхній дії в операторах **while** та **repeat**.

Як й інші оператори циклу, оператор **for** допускає довільну кількість рівнів вкладеності, причому дозволяється комбінування будь-яких операторів циклу.

## 2. ПРИКЛАДИ ПРОГРАМ

**Приклад 1.** Дано натуральне число  $n$  і послідовність дійсних чисел  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Обчислити  $\cos(a_1 + a_2 + \dots + a_n)$ .

Розмістимо на формі однорядковий редактор Edit1 для введення числа  $n$ , багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку

Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    a: Real;
    i, n: Integer;
begin
    DecimalSeparator := '.';
    n := StrToInt(Edit1.Text);
    Sum := 0;                                // Початкове значення суми
    for i := 1 to n do begin                // Цикл
        a := StrToInt(TextBox('Введення чисел',    // введення
            'a[' + IntToStr(i) + ']', '0'));        // чисел
        Sum := Sum + a;                        // та їх підсумовування
    end;
    Memo1.Lines.Add('The sum is ' + FloatToStr(Cos(Sum)));
end;
```

**Приклад 2.** Дано натуральні числа  $m, n$ . Обчислити

$$\sum_{i=1}^m (-1)^{i-1} (i+1) \sum_{j=1}^n \frac{j}{i+j}.$$

Розмістимо на формі два однорядкових редактора Edit1 та Edit2 для введення чисел  $m$  та  $n$  відповідно, багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    m, n: Integer;
    i, j, k: Integer;
    Sum, Sum_j: Real;
begin
    DecimalSeparator := '.';
    m := StrToInt(Edit1.Text);
    n := StrToInt(Edit2.Text);
    k := 1;                                // Нульовий степінь числа -1
    Sum := 0;                                // Початкове значення суми
    for i := 1 to m do begin // Цикл обчислення загальної суми
        Sum_j := 0;        // Початкове значення внутрішньої суми
        for j := 1 to n do    // Цикл для обчислення
            Sum_j := Sum_j + i / (i + j);    // внутрішньої суми
```

```

        Sum := Sum + k * (i + 1) * Sum_j;
        k := -k;                                // Наступний степінь числа -1
    end;
    Mem1.Lines.Add('The sum is ' + FloatToStr(Sum));
end;

```

**Приклад 3.** Дано натуральне число  $n$ . Знайти значення  $\min_{k=1,2,\dots,n} e^{\cos 2(k+1)}$ , а також його порядковий номер.

Розмістимо на формі однорядковий редактор Edit1 для введення числа  $n$ , багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    a, Min: Real;
    k, n, NumMin: Integer;
begin
    DecimalSeparator := '.';
    n := StrToInt(Edit1.Text);
    NumMin := 1;
    Min := Exp(Cos(4));
    for k := 2 to n do begin
        a := Exp(Cos(2 * (k + 1)));
        if a < Min then begin
            Min := a; NumMin := k;
        end;
    end;
    Mem1.Lines.Add('Мінімальне значення дорівнює '
        + FloatToStr(Min));
    Mem1.Lines.Add('і має номер ' + IntToStr(NumMin));
end;

```

### 3. ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ

За час, відведений для виконання лабораторної роботи (2 академічні години), студент повинен:

1. Розробити алгоритм розв'язання задачі, запропонованої для програмування.
2. Здійснити проектування форми для функціонування розроблюваної програми.

3. Здійснити програмну реалізацію розробленого алгоритму.
4. Здійснити відлагодження програми, виправивши синтаксичні та логічні помилки.
5. Підібрати тестові дані для перевірки програми, включаючи виняткові випадки.
6. Оформити звіт до лабораторної роботи.
7. Відповісти на контрольні запитання.
8. Здати викладачу працездатну програму з демонстрацією її роботи на декількох варіантах вихідних даних.

#### 4. ВАРІАНТИ ЗАДАЧ

1. Дано натуральне число  $n$ . Обчислити

$$\frac{\cos 2}{\sin 1} + \frac{\cos 2 + \cos 3}{\sin 1 + \sin 2} + \dots + \frac{\cos 2 + \cos 3 + \dots + \cos (n+1)}{\sin 1 + \sin 2 + \dots + \sin n}.$$

2. Дано дійсні числа  $x, a$ , натуральне число  $n$ . Обчислити

$$\underbrace{((\dots((x+a)^2 + a)^2 + \dots + a)^2 + a)^2 + a}_{n \text{ скобок}}.$$

3. Дано натуральне число  $n$  і дійсне число  $x$ . Обчислити

$$\cos x + \cos x^2 + \dots + \cos x^n.$$

4. Дано натуральне число  $n$  і дійсне число  $x$ . Обчислити

$$\cos x + \cos^2 x + \dots + \cos^n x.$$

5. Дано натуральне число  $n$  і дійсне число  $x$ . Обчислити

$$\cos x + \cos \cos x + \dots + \underbrace{\cos \cos \dots \cos x}_n.$$

6. Послідовність чисел Фібоначчі  $f_0, f_1, \dots$  утворюється за законом  $f_0 = 0$ ;  $f_1 = 1$ ;  $f_k = f_{k-1} + f_{k-2}$ ,  $k = 2, 3, \dots$ . Дано ціле невід'ємне число  $n$ . Одержати  $f_0, f_1, \dots, f_n$ .

7. Дано ціле невід'ємне число  $n$ . Одержати послідовність  $v_0, v_1, \dots, v_n$ , утворену за законом

$$v_0 = 0; v_1 = 1; v_k = v_{k-1} + v_{k-2} - f_{k-2}, k = 2, 3, \dots,$$

де  $f_0, f_1, \dots$  – послідовність Фібоначчі:  $f_0 = 0$ ;  $f_1 = 1$ ;  $f_k = f_{k-1} + f_{k-2}$ ,  $k = 2, 3, \dots$

8. Дано натуральне число  $n$ . Обчислити

$$\prod_{i=2}^n \left(1 - \frac{1}{i!}\right)^2.$$

9. Дано натуральне число  $n$ , дійсне число  $x$ . Обчислити

$$\prod_{k=1}^n \frac{(1-x)^{k+1} + 1}{((k-1)!+1)^2}.$$

10. Нехай  $u_1 = r$ ;  $v_1 = s$ ;  $u_i = 3u_{i-1} + v_{i-1}$ ;  $v_i = u_{i-1} + 1.5v_{i-1}^2$ ,  $i = 2, 3, \dots$  Дано дійсні числа  $r, s$  і натуральне число  $n$ . Знайти значення

$$\sum_{i=1}^n \frac{u_i v_i}{(i-1)!}.$$

11. Нехай  $z_1 = z_2 = z_3 = 1$ ;  $z_k = z_{k-1} + z_{k-3}$ ,  $k = 4, 5, \dots$  Дано натуральне число  $n$  ( $n \geq 2$ ). Знайти значення

$$\prod_{k=1}^n \frac{z_k + k/2}{3}.$$

12. Дано дійсні числа  $x, a$  і натуральне число  $n$ . Обчислити

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a(a+1)} + \dots + \frac{1}{a(a+1)\dots(a+n)}.$$

13. Дано натуральні числа  $m, n$ . Одержати всі їх натуральні спільні кратні, менші  $mn$ .

14. Дано натуральне число  $n$  і дійсне число  $x$ . Обчислити

$$\sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k!} + \sqrt{|x+k|} \right).$$

15. Дано натуральне число  $n$  і дійсне число  $x$ . Обчислити

$$\prod_{k=1}^n \left( \frac{(-1)^{k-1} k}{k+1} - \sin^k |x| \right).$$

16. Дано натуральне число  $n$ . Обчислити добуток перших  $n$  співмножників:

$$\frac{1}{1} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot \dots$$



17. Обчислити

$$\sum_{i=1}^{30} (a_i - b_i)^2,$$

де  $a_i = \begin{cases} i, & \text{якщо } i - \text{непарне,} \\ i/2 & \text{у супротивному випадку,} \end{cases} \quad b_i = \begin{cases} i^2, & \text{якщо } i - \text{непарне,} \\ i^3 & \text{у супротивному випадку.} \end{cases}$

18. Дано натуральне число  $n$ , дійсні числа  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Визначити  $\max(|a_1|, |a_1|, \dots, |a_n|, \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2})$ .

19. Дано натуральне число  $n$  і послідовність дійсних чисел  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Знайти довжину найменшого відрізка числової осі, що містить всі числа послідовності.

20. Дано натуральне число  $n$ . Одержати всі його натуральні дільники.

21. Дано натуральне число  $n$  і дійсні числа  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Чи вірно, що від'ємних членів у послідовності  $a_1, a_2, \dots, a_n$  менше, ніж додатних?

22. Дано натуральне число  $n$ , дійсні числа  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . У послідовності  $a_1, a_2, \dots, a_n$  визначити кількість сусідства двох чисел різного знака.

23. Дано натуральне число  $n$ , дійсні числа  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . У послідовності  $a_1, a_2, \dots, a_n$  визначити кількість сусідства двох чисел одного знака таких, що модуль першого числа менше модуля другого числа.

24. Дано натуральне число  $n$ , дійсні числа  $x_1, x_2, \dots, x_{3n}$ . Обчислити суму чисел  $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{3n}$ , які перевищують за величиною всі числа  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

25. Дано натуральне число  $n$ . Для виразу

$$\frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdot \dots$$

обчислити добуток перших  $n$  співмножників з тих, знаменники яких не кратні трьом.

26. Нехай здійснюється оцінювання результатів виступу спортсменів. Система оцінювання така. Якщо є  $n$  оцінок, то виключається найбільша з них (якщо їх декілька, то виключається тільки одна). Аналогічно виключається найменша з оцінок. Як підсумкова оцінка береться середнє арифметичне оцінок, що залишилися після виключення.

Дано натуральні числа  $n, w_1, w_2, \dots, w_n$  ( $n > 3$ ). Вважаючи, що числа  $w_1, w_2, \dots, w_n$  — це оцінки, виставлені суддями одному з учасників змагань, визначити його підсумкову оцінку.

27. Дано натуральне число  $n$ . Здійснити генерування  $n$  натуральних випадкових чисел з інтервалу  $[0, 99]$  і виконати перевірку того, що кількість непарних чисел при цьому становить  $(50 \pm 2.5) \%$  від їхньої загальної кількості. Відповіддю повинне бути одне з повідомлень Yes і No.

## 5. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як у загальному випадку записується оператор **for**? Охарактеризуйте призначення основних його складових частин.
2. У чому особливості виконання оператора **for**?
3. Чи може початкове значення параметру циклу **for** бути більшим, ніж його кінцеве значення?
4. Чи може тіло циклу в операторі **for** вміщувати декілька простих операторів?
5. Коли використання оператора **for** є доцільним?
6. Як в операторі **for** виконуються оператори **break** і **continue**?
7. Чи може тіло циклу оператора **for** не виконатися жодного разу?
8. Як організується нескінченний цикл за допомогою оператора **for**?
9. Чи можливе використання вкладених операторів **for**?
10. Чи можливе використання операторів **while** та **repeat** у тілі циклу **for**?
11. Яке призначення службових слів **to** та **downto** у операторі **for**?
12. Чому дорівнює значення параметру циклу **for** після закінчення його виконання?
13. Чи можлива заміна оператора **for** оператором **while** або оператором **repeat**? У разі позитивної відповіді навести приклад.
14. Змінні `sum` та `i` мають такий опис:

```
var  
    s, i: Integer;
```

Знайдіть помилку в наведеному нижче фрагменті програми:

```
s := 0;  
for i := 0 to 10 do ;  
    s := s + i;
```

15. Змінні `sum` та `i` мають такий опис:

```
var  
    s, i: Integer;
```

Знайдіть помилку в наведеному нижче фрагменті програми:

```
s := 0;  
for i := 0 downto 10 do  
    s := s + i;
```

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безменов, М. І. Турбо Паскаль 7.0 : навч. посіб. / М. І. Безменов. – Х. : НТУ «ХПІ»; Парус™, 2005. – 240 с.
2. Кэнтю, М. Delphi 7 : Для профессионалов / М. Кэнтю – СПб. : Питер, 2004. – 1101 с.
3. Архангельский, А. Я. Программирование в Delphi 6 / А. Я. Архангельский. – М. : БИНОМ, 2002. – 1120 с.
4. Дарахвелидзе, П. Г. Программирование в Delphi 7 / П. Г. Дарахвелидзе, Е. П. Марков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 784 с.
5. Культин, Н. Б. Основы программирования в Delphi 7 / Н. Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
6. Пестриков, В. М. Delphi на примерах / В. М. Пестриков, А. Н. Маслобоев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 496 с.
7. Ремкеев, А. А. Курс Delphi для начинающих. Полигон нестандартных задач / А. А. Ремкеев, С. В. Федотова. – М. : СОЛОН-Пресс, 2006. – 360 с.
8. Митчелл, К. Керман. Программирование и отладка в Delphi™ : учебный курс / Митчелл К. Керман. – М. : Вильямс, 2004. – 720 с.
9. Парижский, С. М. Delphi : Только практика / С. М. Парижский. – К. : МК-Пресс, 2005. – 208 с.
10. Культин, Н. Б. Основы программирования в Delphi 2007 / Н. Б. Культин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 480 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки  
до лабораторної роботи  
«Використання оператора for у програмах мовою Delphi»  
з курсу «Програмування» для студентів напряму 6.040302 – Інформатика  
(спеціалізація «Соціальна інформатика»)

Укладач БЕЗМЕНОВ Микола Іванович

Відповідальний за випуск О. С. Куценко  
Роботу до видання рекомендував О. В. Горелий

Редактор

План 2010 р., поз. 14 / 44-10

Підп. до друку 15.03.2010 р. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ . Папір офісний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 50 прим.  
Зам. № 66. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХП».  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня НТУ «ХП», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21